

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-079433

(43)Date of publication of application : 20.03.1995

(51)Int.Cl.

H04N 7/30
G06T 9/00
H03M 7/30
H04N 1/41
// G06T 5/20

(21)Application number : 05-220906

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 06.09.1993

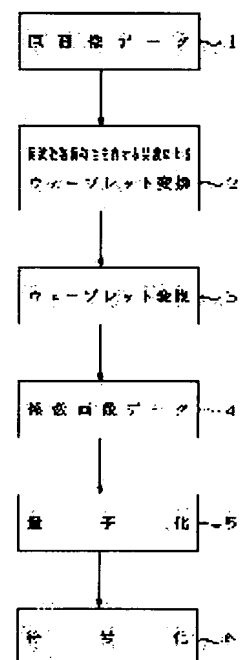
(72)Inventor : ITO WATARU

(54) PICTURE DATA COMPRESSION PROCESSING METHOD AND PICTURE DATA RE-CONFIGURATING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a picture data compression processing method in which picture data are compressed by a high compression rate without deteriorating picture quality of an original picture.

CONSTITUTION: A function having a frequency emphasis characteristic to original picture data 1 representing an original picture is used for a basic wavelet function and it is subject to wavelet transformation 2 and coefficient picture data 3 for each of plural frequency bands are obtained. Then as to the coefficient picture data 3 for a frequency band lower by a predetermined stage from a highest frequency band, a function having no frequency emphasis characteristic is used for a basic wavelet function and it is subject to wavelet transformation 4 and the data are decomposed into coefficient picture data for each of plural frequency bands. Furthermore, quantization 5 is applied to the coefficient picture data 4 obtained by the wavelet transformation 4 by a smaller bit number as the frequency band is higher and the picture data subject to the quantization 5 are coded by a coder 6.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-79433

(43)公開日 平成7年(1995)3月20日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/30				
G 0 6 T 9/00				
H 0 3 M 7/30	Z	8842-5 J		
		8420-5 L	H 0 4 N 7/ 133 Z G 0 6 F 15/ 66 3 3 0 H	
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平5-220906

(22)出願日 平成5年(1993)9月6日

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 伊藤 渡

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

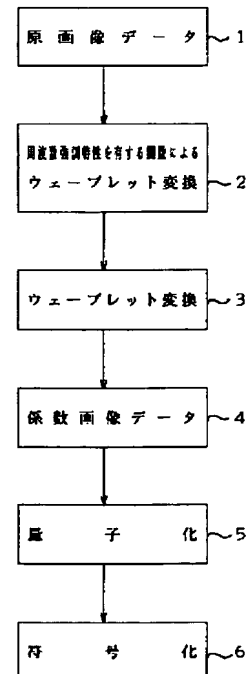
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像データ圧縮処理方法および画像データ再構成方法

(57)【要約】

【目的】 原画像の画質を劣化させることなく高い圧縮率により画像データの圧縮を行うことができる画像データ圧縮処理方法を提供する。

【構成】 原画像を表す原画像データ1に対して周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換2を施して複数の周波数帯域毎の係数画像データ3を得る。次いで、最高周波数帯域から所定段階低い周波数帯域の係数画像データ3について、周波数強調特性を有しない関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換4を施してさらにこのデータを複数の周波数帯域毎の係数画像データに分解し、ウェーブレット変換4により得られた係数画像データに対して、周波数帯域が高いほど低いビット数により量子化5を施し、この量子化5がなされた各画像データ3に対して符号化6を行う。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を表す原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、該原画像データを異なる周波数帯域を表す複数の係数画像データに分解し、該複数の係数画像データを少なくとも最も高い周波数帯域の係数画像データについて他の周波数帯域の係数画像データよりも小さいビット数により量子化し、該量子化された前記係数画像データを符号化することにより前記原画像データの高周波成分におけるノイズを除去して前記原画像データに圧縮処理を施す画像データ圧縮処理方法において、

前記原画像データについて、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とする画像データ圧縮処理方法。

【請求項2】 前記複数の周波数帯域の係数画像データのうち、最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、さらに前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項1記載の画像データ圧縮処理方法。

【請求項3】 前記符号化された係数画像データを復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すことにより、請求項1または2記載の画像データ圧縮処理方法により圧縮された前記原画像データを再構成することを特徴とする画像データ再構成方法。

【請求項4】 前記復号化された係数画像データのうち最も高い周波数帯域の係数画像データについて、前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項3記載の画像データ再構成方法。

【請求項5】 前記符号化された係数画像データを復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すとともに、該復号化された係数画像データのうち前記最も高い周波数帯域から前記所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項3記載の画像データ再構成方法。

【請求項6】 画像を表す原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、該原画像データを異なる周波数帯域を表す複数の係数画像データに分解し、該複数の係数画像データを少なくとも最も高い周波数帯域の係数画像データについて他の周波数帯域の係数画像データよりも小さいビット数により量子化し、該量子化された前記係数画像データを符号化することにより前記原画像データの高周波成分におけるノイズを除去して前記原画像

2

データを圧縮した後に、前記符号化された係数画像データを復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すことにより前記圧縮された前記原画像データを再構成する画像データ再構成方法において、

前記復号化された係数画像データのうち最も高い周波数帯域の係数画像データについて、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とする画像データ再構成方法。

【請求項7】 前記復号化された係数画像データのうち、前記最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、さらに前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とする請求項6記載の画像データ再構成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は画像データの圧縮処理方法および再構成方法、特に詳細にはウェーブレット変換を用いて原画像のデータ量を削減するための画像データの圧縮処理方法および再構成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えばTV信号等、中間調画像を担持する画像信号は膨大な情報量を有しているため、その伝送には広帯域の伝送路が必要である。そこで従来より、このような画像信号は冗長性が大きいことに着目し、この冗長性を抑圧することによって画像データを圧縮する試みが種々なされている。また最近では、例えば光ディスクや磁気ディスク等に中間調画像を記録することが広く行われており、この場合には記録媒体に効率良く画像信号を記録することを目的として画像データ圧縮が広く適用されている。

【0003】このような画像データの圧縮方法の一つとして、従来から、画像データを格納、伝送等する場合に、該画像データに予測符号化による圧縮処理を施してデータ量を圧縮減少せしめた上で格納、伝送等を行い、画像再生の際はその圧縮された画像データ（圧縮画像データ）に復号処理を施して伸長し、その伸長された画像データ（伸長画像データ）に基づいて可視像を再生するような方法が採用されている。

【0004】また、画像データ圧縮方法の一つとして、ベクトル量子化を利用する方法が知られている。この方法は、2次元画像データを標本数K個のブロックに分割し、予めK個のベクトル要素を規定して作成した相異なる複数のベクトルから成るコードブックの中で、上記ブロックの各々内の画像データの組と最小歪にて対応するベクトルをそれぞれ選択し、この選択されたベクトルを示す情報を各ブロックと対応させて符号化するようにしたものである。

【0005】上述のようなブロック内の画像データは互いに高い相関性を有しているため、各ブロック内の画像データを、比較的少数だけ用意したベクトルのうちの1つを用いてかなり正確に示すことが可能となる。したがって、画像データの伝送あるいは記録は、実際のデータの代わりにこのベクトルを示す符号を伝送あるいは記憶することによってなし得るから、データ圧縮が実現されるのである。例えば256レベル(=8bit)の濃度スケールの中間調画像における64画素についての画像データ量は、 $8 \times 64 = 512 \text{ bit}$ となるが、この64画素を1ブロックとして該ブロック内の各画像データを64要素からなるベクトルで表わし、このようなベクトルを256通り用意したコードブックを作成するものとすれば、1ブロック当りのデータ量はベクトル識別のためのデータ量すなわち8bitとなり、結局データ量を $8 / (8 \times 64) = 1 / 64$ に圧縮可能となる。

【0006】以上のようにして画像データを圧縮して記録あるいは伝送した後、ベクトル識別情報が示すベクトルのベクトル要素を各ブロック毎の再構成データとし、この再構成データを用いれば原画像が再現される。

【0007】また、上述した予測符号化によるデータ圧縮を行う場合の圧縮率を向上させる方法の1つとして、予測符号化処理と共に画像データのビット分解能(濃度分解能)を低下させる、すなわち画像データをより粗く量子化する量子化処理を行うことが考えられる。

【0008】そこで、本願出願人により、上述した予測符号化による方法と量子化による方法とを組み合わせた補間符号化による画像データ圧縮方法が提案されている(特開昭62-247676号公報)。この方法は、画像データを適当な間隔でサンプリングした主データと該主データ以外の補間データとに区分し、補間データは上記主データに基づいて内挿予測符号化処理、すなわち補間データ*

＊を主データに基づいて内挿予測し、予測誤差に対してハフマン符号化等の可変長符号化(値により符号長が変わるような信号への変換)を行うことにより画像データを圧縮するものである。

【0009】また、画像データを圧縮するにあたっては当然圧縮率は高い方が望ましい。しかしながら、上記補間符号化において大きな圧縮率の向上を望むことは技術的に困難であり、従ってより大きな圧縮率を達成するため、空間分解能を小さくする画像データ数減少処理を上記補間符号化と組合わせることが考えられる。

【0010】そこで本願出願人により、上述した補間符号化と画像データ数減少処理とを組み合わせ、より高画質を維持しつつより高い圧縮率を達成し得る画像データ圧縮方法が提案されている(特開平2-280462号公報)。

【0011】一方、上述した画像データを処理するための方法としてウェーブレット変換なる方法が提案されている。

【0012】ここで、ウェーブレット変換について説明する。

【0013】ウェーブレット変換は、周波数解析の方法として近年開発されたものであり、ステレオのパターンマッチング、データ圧縮等に応用がなされているものである(OLIVIER RIOUL and MARTIN VETTERLI; Wavelets and Signal Processing, IEEE SP MAGAZINE, P.14-38, OCTOBER 1991, Stephane Mallat; Zero-Crossings of a Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL.37, NO.4, P.1019-1033, JULY 1991)。

【0014】このウェーブレット変換は、図11に示すような関数 h を基底関数として、

【0015】

【数1】

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) h(a, b) dt \quad \dots (1)$$

但し、 $f(t)$: 任意の波形の信号

$W(a, b)$: $f(t)$ のウェーブレット変換

$$h(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} h\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

a : 関数の縮率

b : 水平軸方向の移動量

【0016】なる式において信号を複数の周波数帯域毎の周波数信号に変換するため、フーリエ変換のような偽振動の問題が発生しない。すなわち、関数 h の周期および縮率を変化させ、原信号を移動させることによりフィルタリング処理を行えば、細かな周波数から粗い周波数までの所望とする周波数に適合した周波数信号を作成す

ることができる。例えば、図12に示すように、信号 S_{org} をウェーブレット変換し、各周波数帯域毎に逆ウェーブレット変換した信号と、図13に示すように信号 S_{org} をフーリエ変換し、各周波数帯域毎に逆フーリエ変換した信号で見ると、ウェーブレット変換はフーリエ変換と比べて原信号 S_{org} の振動と対応した周波数帯域の周

波数信号を得ることができる。すなわち、フーリエ変換において原信号 S_{org} の部分 B と対応する周波数帯域 7 の部分 B' には振動が発生しているのに対し、ウェーブレット変換では原信号 S_{org} の部分 A と対応する周波数帯域 W7 の部分 A' には原信号と同様に振動は発生していないものとなる。

【0017】また、このウェーブレット変換を用いて、前述した画像データの圧縮を行う方法が提案されている (Marc Antonini et al., Image Coding Using Wavelet Transform, IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL.1, NO.2, p205-220, APRIL 1992)。

【0018】この方法は、画像を表す原画像データにウェーブレット変換を施して、原画像データを主副方向について周波数帯域の組合わせが異なる複数の画像データに分解し、これらの画像データに対してノイズ成分を多く担持する高周波数帯域の画像データには低周波数帯域の画像データと比較してビット数を少なくし、主要被写体の情報を担持する低周波数帯域の画像データにはビット数を多く割り当てて前述したベクトル量子化を施すことにより、原画像データの圧縮を行うものである。この方法によれば、原画像データの圧縮率を向上させることができ、また、圧縮された画像データに対して逆ウェーブレット変換を施すことにより、原画像を完全に復元することができる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したウェーブレット変換を用いて画像データを圧縮する方法においては、少なくとも最も高い周波数帯域の画像データにはビット数を少なくするあるいはビット数を 0 とするものであるため、ノイズ成分を低減させて、高圧縮率により画像データの圧縮を行うことができるものであるが、同時に必要な情報の高周波成分 (例えば主要被写体のエッジに関する情報) をも低減させてしまうものである。このため、原画像データの高周波成分に関する情報が欠落して圧縮され、圧縮された画像を再構成した際に画像の鮮鋭度が損なわれてしまうという問題があった。

【0020】本発明は上記事情に鑑み、原画像の鮮鋭度を損なうことなく高い圧縮率により画像データの圧縮を行うことができる画像データ圧縮処理方法および原画像の鮮鋭度を損なうことなく圧縮された画像を再構成することのできる画像データ再構成方法を提供することを目的とするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明による第 1 の画像データ圧縮処理方法は、画像を表す原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、該原画像データを異なる周波数帯域を表す複数の係数画像データに分解し、該複数の係数画像データを少なくとも最も高い周波数帯域の係数画像データについて他の周波数帯域の係数画像

データよりも小さいビット数により量子化し、該量子化された前記係数画像データを符号化することにより前記原画像データの高周波成分におけるノイズを除去して前記原画像データに圧縮処理を施す画像データ圧縮処理方法において、前記原画像データについて、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0022】また、本発明による第 2 の画像データ圧縮処理方法は、本発明による第 1 の画像データ圧縮処理方法において、前記複数の周波数帯域の係数画像データのうち、最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、さらに前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として前記ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0023】さらに、本発明による第 1 の画像データ再構成方法は、前記符号化された係数画像データを復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すことにより、前述した本発明による第 1 または第 2 の画像データ圧縮処理方法により圧縮された前記原画像データを再構成することを特徴とするものである。

【0024】また、本発明による第 2 の画像データ再構成方法は、本発明による第 1 の画像データ再構成方法において、前記復号化された係数画像データのうち最も高い周波数帯域の係数画像データについて、前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0025】さらに、本発明による第 3 の画像データ再構成方法は、本発明による第 1 の画像データ再構成方法において、前記符号化された係数画像データを復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すとともに、該復号化された係数画像データのうち前記最も高い周波数帯域から前記所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0026】さらに、本発明による第 4 の画像データ再構成方法は、画像を表す原画像データにウェーブレット変換を施すことにより、該原画像データを異なる周波数帯域を表す複数の係数画像データに分解し、該複数の係数画像データを少なくとも最も高い周波数帯域の係数画像データについて他の周波数帯域の係数画像データよりも小さいビット数により量子化し、該量子化された前記係数画像データを符号化することにより前記原画像データの高周波成分におけるノイズを除去して前記原画像データを圧縮した後に、前記符号化された係数画像データ

を復号化し、該復号化された係数画像データについて、逆ウェーブレット変換を施すことにより前記圧縮された前記原画像データを再構成する画像データ再構成方法において、前記復号化された係数画像データのうち最も高い周波数帯域の係数画像データについて、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0027】また、本発明による第5の画像データ再構成方法は、本発明による第4の画像データ再構成方法において、前記復号化された係数画像データのうち、前記最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、さらに前記周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を施すことを特徴とするものである。

【0028】

【作用】本発明による画像データ圧縮処理方法は、ウェーブレット変換を行うことにより画像データの圧縮を行う方法において、原画像データあるいはウェーブレット変換により得られた複数の周波数帯域の係数画像データのうち、最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換を行うようにしたものである。このような周波数強調特性を有する関数によってウェーブレット変換を行うことにより得られる係数画像データは、関数の特性に応じた周波数成分が強調されたものとなっている。したがって、原画像データあるいは最も高い周波数帯域から数段階低い周波数帯域の係数画像データについて、この関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換を行うと、ウェーブレット変換により得られた係数画像データは所定の周波数成分が強調されたものとなっている。このため、この周波数成分が強調された係数画像データをウェーブレット変換することにより得られる係数画像データは強調された周波数成分に応じて鮮鋭度が維持されたものとなる。したがって、ウェーブレット変換により得られる高周波数帯域の係数画像データのビット数を0もしくは少なくして、画像の鮮鋭度を維持しつつ高い圧縮率により原画像データの圧縮を行うことができる。

【0029】また、このように圧縮された原画像データを復号化し、逆ウェーブレット変換を施すことにより鮮鋭度が維持された原画像データを再構成することができる。さらに、前述した周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として最も高い周波数帯域の係数画像データ、あるいは最も高い周波数帯域の係数画像データから所望とする周波数帯域の係数画像データについて逆ウェーブレット変換を施すようにすれば、さらに鮮鋭度が維持された原画像データを再構成することができ

る。

【0030】また、ウェーブレット変換を施すことにより得られた係数画像データを量子化することにより原画像データを圧縮し、前述した周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として最も高い周波数帯域の係数画像データ、あるいは最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数画像データについて逆ウェーブレット変換を施すようにしても、再構成された画像データは所定の周波数成分が強調されたものとなり、鮮鋭度の維持された原画像データを再構成することが可能となる。

【0031】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例について説明する。

【0032】図1は本発明による画像データ圧縮処理方法の実施例の基本的概念を表す図である。

【0033】図1に示すように、本発明による画像データ圧縮処理方法は、原画像を表す原画像データ1に対して前述したAntoniniらの方法により周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換2を施して複数の周波数帯域毎の係数画像データ3を得る。次いで、最高周波数帯域から所定段階低い周波数帯域の係数画像データ3について、周波数強調特性を有しない関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換4を施してさらにこのデータを複数の周波数帯域毎の係数画像データに分解し、ウェーブレット変換4により得られた係数画像データおよび他の全ての係数画像データに対して、周波数帯域が高いほど低いビット数により量子化5を施し、この量子化5がなされた各画像データ3に対して符号化6を行うものである。

【0034】以下本発明による実施例の詳細について説明する。

【0035】本実施例は、例えば特開昭55-12492号公報や特開昭56-11395号等に記録されている蓄積性蛍光体シートを利用した放射線画像情報記録再生システムにおいて、蓄積性蛍光体シートに記録された人体の放射線画像をレーザビーム走査によりデジタル画像データとして読み取ったものを対象としている。なお、放射線画像の読み取りは、図2に示す様に、蓄積性蛍光体シート10に対して主走査方向（横方向）にレーザビームを走査させながらシート10を副走査方向（縦方向）に移動させてシート10を2次元走査することにより行われたものである。

【0036】次いで、原画像データに対してウェーブレット変換がなされる。

【0037】図3は、原画像データSorgに対するウェーブレット変換の詳細を表す図である。

【0038】なお、本実施例においては、ウェーブレット変換の各係数が直交する直交ウェーブレット変換を行うものであり、前述したMarc Antoniniらの文献に記載されているものである。さらに、本実施例においては、

ウェーブレット変換により得られた係数画像データのうち最も高い周波数帯域の係数画像データについて、ビット数を0として量子化を行うものとする。

【0039】まず、図3に示すように、原画像データSorgの主走査方向に画像データの所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する基本ウェーブレット関数より求められる関数h。によりフィルタリング処理を行う。すなわち、このような関数h。による主走査方向に並ぶ画素の一行毎のフィルタリング処理を副走査方向に一画素ずつずらしながら行い、原画像データSorgの主走査方向のウェーブレット変換係数信号Wh0を求めるものである。

【0040】このようにして、ウェーブレット変換係数信号Wh0が求められると、このウェーブレット変換係数信号Wh0について、主走査方向の画素を1画素おきに間引き、主走査方向の画素数を1/2にする。ついで、この画素が間引かれたウェーブレット変換係数信号Wh0の副走査方向に関数h。によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号VV。を得る。

【0041】次いでウェーブレット変換係数信号VV。について、副走査方向の画素を1画素おきに間引くことを行い、副走査方向の画素数を1/2とする処理を行う。これにより、ウェーブレット変換係数信号VV。の画素数は原画像データSorgの画素数の1/4となる。次い *

*で、ウェーブレット変換係数信号VV。の主走査方向に周波数強調特性を有しない関数g、hによりフィルタリング処理を行う。

【0042】すなわち、関数g、hにより主走査方向に並ぶ画素の一行毎のフィルタリング処理を副走査方向に一画素ずつずらしながら行い、ウェーブレット変換係数信号VV。の主走査方向のウェーブレット変換係数信号Wq1およびWh1を求めるものである。

【0043】ここで、関数h。と関数g、hとの関係について説明する。関数g、hは基本ウェーブレット関数より一意に求められるものであり、例えば、関数hは、以下の表1に示すものとなる。ここで、関数hを図4(a)に示す。なお、図4(b)は関数hの周波数強調特性を表すものである。図4(b)において横軸の1の値はナイキスト周波数(限られた周波数帯域をもつ信号を一定間隔で標本化する場合に、元信号波形を一義的に記述できる標本間隔の最大値の逆数)を示す。また、以下の式(2)に示すように関数gはウェーブレット変換がなされた係数画像データを逆ウェーブレット変換する際に用いる関数h'から求められ、逆ウェーブレット変換を行うための関数g'は関数hから求められる。

【0044】

【表1】

n	0	1	2	3
h。	0.482963	0.836518	0.224144	-0.129410

【0045】

$$g' = (-1)^n h$$

$$g = (-1)^n h' \quad \dots (2)$$

ここで関数h'、g'は関数h、gから以下の式により求められる。

【0046】

$$h'[n] = h[-n]$$

$$g'[n] = g[-n] \quad \dots (3)$$

式(3)において、[-n]は関数h、gの中心軸に関する左右半転を表すものであり、関数h'、g'は関数h、gを左右半転させたものとなっている。

【0047】一方、関数h。は、所定の周波数強調特性を有する基本ウェーブレット関数および関数hより求められるものであり、例えば、以下の表2に示すものとなる。ここで、関数h。を図5(a)に示す。なお、図5(b)は関数h。の周波数強調特性を表すものである。

【0048】

【表2】

n	0	±1	±2	±3
h。	12/20	6/20	-1/20	-1/20

【0049】図5(b)に示すように、関数h。はナイキスト周波数が0~0.4の範囲において、強調度が1を越えているのに対し、図4(b)に示す関数hは、ナイキスト周波数が0~0.4の範囲においては強調度が1よりも小さい。したがって、関数h。により原画像データSorgをフィルタリング処理すると、原画像データSorgのうちナイキスト周波数が0~0.4の範囲にある周波数成分のデータは強調され、原画像データSorgよりもレスポンスのよい鮮鋭度の向上した画像データとして得ることができる。したがって、関数h。は関数hにより低減される周波数成分を補償するような値を有するように定めなければならない。例えば、図4(b)に示す関数hのナイキスト周波数0~0.4の強調度と図5(b)に示す関数h。のナイキスト周波数0~0.4の強調度とを乗じた

11

値ができるだけ1に近づくように定めるのが望ましい。

【0050】ここで、上述したウェーブレット変換係数信号 VV_i は主副両方向について画素数が原画像データの $1/2$ となっているため、画像の周波数帯域は原画像データと比較して半分となっている。したがって、ウェーブレット変換係数信号 VV_i を関数 g, h でフィルタリング処理を施すことにより、原画像データの周波数成分のうちウェーブレット変換係数信号 VV_i が表す周波数成分よりも低周波数成分を表すウェーブレット変換係数信号 Wq_1, Wh_1 が求められる。

【0051】このようにして、ウェーブレット変換係数信号 Wq_1, Wh_1 が求められると、ウェーブレット変換係数信号 Wq_1, Wh_1 について、主走査方向の画素を1画素おきに間引き、主走査方向の画素数をさらに $1/2$ とする。次いでウェーブレット変換係数信号 Wq_1, Wh_1 それぞれの副走査方向に関数 g, h によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 WW_1, WV_1, VW_1 および VV_1 を得る。

【0052】なおここで、前述したウェーブレット変換係数信号 Wh_0 については、ウェーブレット変換係数信号 WW_1, WV_1, VW_1 に対応する係数信号 WW_0, WV_0, VW_0 を求めていないが、ウェーブレット変換係数信号 Wq_0 については、ビット数を0とするものであることから、処理速度を向上させるためウェーブレット変換を施してさらに低周波数帯域のウェーブレット変換係数信号を求めないようにしたものである。

【0053】次いでウェーブレット変換係数信号 W_1, WV_1, VW_1, VV_1 について、副走査方向の画素を1画素おきに間引き、副走査方向の画素数を $1/2$ とする処理を行う。これにより、各ウェーブレット変換係数信号 VV_1, WV_1, VW_1, WW_1 の画素数は原画像データ $Sorg$ の画素数の $1/16$ となる。

【0054】以下、上述したのと同様にして、画素が間引かれたウェーブレット変換係数信号 VV_1 の主走査方向に関数 g, h によりフィルタリング処理を行い、さらに得られたウェーブレット変換係数信号の主走査方向の画素を間引き、この画素を間引いたウェーブレット変換係数信号について、副走査方向に関数 g, h によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 W_2, WV_2, VW_2, VV_2 を得る。

【0055】このようなウェーブレット変換を N 回繰り返すことによりウェーブレット変換係数信号 $WW_1 \sim WW_N, WV_1 \sim WV_N, VW_1 \sim VW_N$ および VV_N を得る。ここで、 N 回目のウェーブレット変換により得られるウェーブレット変換係数信号 WW_N, WV_N, VW_N, VV_N は、原画像データと比較して主副両方向の画素数が $(1/2)^N$ となっているため、各ウェーブレット変換係数信号は N が大きいほど周波数帯域が低く、原画像データの周波数成分のうち低周波成分を表すデータとなる。

12

【0056】したがって、ウェーブレット変換係数信号 WW_i ($i=1 \sim N$ 、以下同様)は、原画像データ $Sorg$ の主副両方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となる。またウェーブレット変換係数信号 VW_i は画像信号 $Sorg$ の主走査方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となっている。また、主走査方向の周波数は副走査方向の周波数より低いものとなっている。さらにウェーブレット変換係数信号 VV_i は画像信号 $Sorg$ の副走査方向の周波数の変化を表すものであり、 i が大きいほど低周波信号となり、副走査方向の周波数は主走査方向の周波数より低いものとなっている。

【0057】ここで、図6にウェーブレット変換係数信号を複数の周波数帯域毎に表す図を示す。なお、図6においては便宜上3回目のウェーブレット変換を行った状態までを表すものとする。なお、図6においてウェーブレット変換係数信号 WW_i は原画像を主副各方向が $(1/2)^i$ に縮小したものとなっている。

【0058】次いで、ウェーブレット変換が施された、ウェーブレット変換係数信号 VV_1, WV_1, WW_1, VV_1 について量子化がなされる。

【0059】ここで、各ウェーブレット変換係数信号のうち、高周波数帯域のウェーブレット変換係数信号は、ノイズ等の不要な情報を担持するものであり、低周波数帯域のウェーブレット変換係数信号については、主要被写体等の重要な情報を担持するものであるため、高周波数帯域の係数信号ほど、低いビット数により量子化を行う。すなわち、図7に示すように、高周波数帯域となるウェーブレット変換係数信号 WW_1, WV_1, VW_1 については1ビットとし、 WW_2 については1ビット、ウェーブレット変換係数信号 VV_2, WV_2 については2ビット、それ以上のウェーブレット変換係数信号については、8ビットで量子化を行う。

【0060】ここで、データを量子化する際には、ビット数が高いほど原画像に近い状態でデータを圧縮することができるが、圧縮率をそれほど向上させることができない。また、ビット数を低くすれば圧縮率を向上させることができるが、圧縮データを復元した際の誤差が大きく、原画像と比較してノイズが多いものとなる。

【0061】したがって、本発明においては、ノイズ成分を多く担持する高周波数帯域の画像データにはビット数を少なく、主要被写体の情報を担持する低周波数帯域の画像データにはビット数を多く割り当てるようにしたものである。このため、重要な部分ほどビット数を高くして画質を維持し、重要でない部分は画質はそれほど問題とならないことからビット数を低くし、全体として画像の主要部分の画質を維持しつつ、圧縮率を向上させるようにしたものである。

【0062】しかしながら、高周波数帯域の画像データのビット数を少なくすると、原画像の鮮鋭度が損われて

しま。そこで、本発明は、原画像データをウェーブレット変換する際に、所定の周波数成分を強調する関数 h によりウェーブレット変換を行うようにしたため、ウェーブレット変換により得られた係数信号は所定の周波数成分（本実施例においてはナイキスト周波数 $0 \sim 0.4$ の範囲にある周波数成分）が強調され、鮮鋭度が維持されたものとなる。したがって本願発明は、原画像の鮮鋭度を維持しつつ、原画像データの圧縮率を向上させることができる。

【0063】このようにして各ウェーブレット変換係数信号の量子化を行った後、前述したハフマン符号化、予測符号化等の符号化を行うことにより圧縮処理がなされる。

【0064】このように符号化がなされて圧縮された原画像データ S_{org} は例えば光ディスク等の記録媒体に格納され、保存、移送等がなされる。

【0065】次に圧縮されたデータを再構成する方法について説明する。

【0066】まず、圧縮された原画像データに対し、ハフマン符号化や予測符号化に対する復号化を行うことにより、前述した各ウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i を得る。

【0067】次いで、復号化がなされることにより得られたウェーブレット変換係数信号 WV_i 、 VW_i 、 WW_i 、 VV_i について逆ウェーブレット変換を施す。

【0068】図7は、逆ウェーブレット変換の詳細を表す図である。

【0069】図7に示すように、まず各ウェーブレット変換係数信号 VV_n 、 VW_n 、 WV_n 、 WW_n について副走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う（図では $\times 2$ と表示）。次いでこの間隔がけられたウェーブレット変換係数信号 VV_n を副走査方向に前述した関数 h とは異なる関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 VW_n を副走査方向に前述した関数 g とは異なる関数 g' によりフィルタリング処理を行う。すなわち、関数 g' 、 h' によるウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} 、 VW_{n-1} の副走査方向に並ぶ一列の画素毎のフィルタリング処理を主走査方向に一画素ずつずらしながら行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_n 、 VW_n の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 Whn' を得る。

【0070】このようにウェーブレット変換を行う関数と逆ウェーブレット変換を行う関数とを異なるものとしているのは、以下のような理由からである。ウェーブレット変換と逆ウェーブレット変換で同一の関数となる、すなわち、直交する関数を設計することは難しく、直交性、連続性、関数の長さ、対称性のいずれかの条件を緩める必要がある。そこで、直交性の条件を緩めることにより他の条件を満たす関数を選択したものである。

【0071】以上より、本実施例ではウェーブレット変換を行う関数 h 、 g と逆ウェーブレット変換を行う関数 h' 、 g' とを双直交の異なるものとしている。したがって、ウェーブレット変換係数信号 VV_i 、 VW_i 、 WV_i 、 WW_i を関数 h' 、 g' で逆ウェーブレット変換することにより、原画像データを完全に復元できることとなる。

【0072】一方、これと並列して、ウェーブレット変換係数信号 WV_n を副走査方向に関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 WW_n を副走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_n 、 WW_n の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 Wqn' を得る。

【0073】次いで、逆ウェーブレット変換係数信号 Whn' 、 Wqn' について主走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後逆ウェーブレット変換係数信号 Whn' を主走査方向に関数 h' により、逆ウェーブレット変換係数信号 Wqn' を主走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理し、ウェーブレット変換係数信号 Whn' 、 Wqn' の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} を得る。

【0074】次いでこの逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} 、ウェーブレット変換係数信号 VW_{n-1} 、 WV_{n-1} 、 WW_{n-1} について副走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後この逆ウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} を副走査方向に前述した関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 VW_{n-1} を副走査方向に前述した関数 g' によりフィルタリング処理を行う。すなわち、関数 g' 、 h' によるウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} 、 VW_{n-1} の副走査方向に並ぶ一列の画素毎のフィルタリング処理を主走査方向に一画素ずつずらしながら行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} 、 VW_{n-1} の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 $Whn-1'$ を得る。

【0075】一方、これと並列して、ウェーブレット変換係数信号 WV_{n-1} を副走査方向に関数 h' により、ウェーブレット変換係数信号 WW_{n-1} を副走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理を行い、ウェーブレット変換係数信号 VV_{n-1} 、 WW_{n-1} の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 $Wqn-1'$ を得る。

【0076】次いで、逆ウェーブレット変換係数信号 $Whn-1'$ 、 $Wqn-1'$ について主走査方向に並ぶ画素間に1画素分の間隔をあける処理を行う。その後逆ウェーブレット変換係数信号 $Whn-1'$ を主走査方向に関数 h' により、逆ウェーブレット変換係数信号 $Wqn-1'$ を主走査方向に関数 g' によりフィルタリング処理し、ウェーブ

ット変換係数信号 $W_{hN-1'}$ 、 $W_{gN-1'}$ の逆ウェーブレット変換係数信号を得、これを2倍して加算することにより逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_{N-1'}}$ を得る。

【0077】以下、順次逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_i'}$ ($i=0\sim N$)を作成し、逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_i'}$ を得る。逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_i'}$ については、図8に示すように、1画素分の間隔をあける処理がなされ、この間隔がつけられた逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_i'}$ について副走査方向に、関数 h' によりフィルタリング処理を行い、逆ウェーブレット変換係数信号 Wh_0' を得る。

【0078】次いでこの逆ウェーブレット変換係数信号 Wh_0' について主走査方向に、関数 h' によりフィルタリング処理を行い、逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_{-1'}}$ を得る。この最終的な逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_{-1'}}$ が原画像データ $Sorg$ を表す画像データとなる。

【0079】ここで、関数 h と関数 h_0 の強調特性はそれぞれ図4(b)、図5(b)に示すものとなっており、ナイキスト周波数 $0\sim 0.4$ の範囲における関数 h と関数 h_0 との強調度を乗じた値は1に近いものとなっている。したがって、逆ウェーブレット変換係数信号 $V_{V_{-1'}}$ におけるナイキスト周波数 $0\sim 0.4$ の範囲にある周波数成分は、原画像と略同一の強調度で再構成されることとなる。

* 【表3】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.602949	0.266864	-0.078223	-0.016864	0.026749
$2^{-1/2}h'$	0.557543	0.295686	-0.028772	-0.045686	0

【0085】

※30※ 【表4】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.6	0.25	-0.05	0	0
$2^{-1/2}h'$	17/28	73/280	-8/56	-3/280	0

【0086】

★ ★ 【表5】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	45/64	19/64	-1/8	-3/64	3/128
$2^{-1/2}h'$	1/2	1/4	0	0	0

【0087】また、これ以外にもウェーブレット変換を行うことのできる関数であれば、いかなる関数を用いてもよく、例えば双直交ではなく対称ではないが直交するものを用いてもよい。

【0088】また、上述した実施例においては、放射線画像を表す原画像データを圧縮処理する実施例について説明したが、本発明による画像の圧縮処理方法は、通常の画像についても適用できるものである。

【0089】例えば、主要被写体として人物等が記録された35mmネガフィルムの画像を圧縮する実施例について

* 【0080】このようにして得られたウェーブレット変換係数信号 $V_{V_{-1'}}$ は図示しない画像再生装置に送られて、放射線画像の再生に供せられる。

【0081】この再生装置は、CRT等のディスプレイ手段でもよいし、感光フィルムに光走査記録を行う記録装置であってもよい。

【0082】このようにして、原画像データ $Sorg$ について関数 h によりウェーブレット変換し、複数の周波数帯域毎の画像データを得、この画像データのうち高周波数帯域のデータについて再度ウェーブレット変換を施して複数の周波数帯域毎のデータを得、これらのデータのうち重要な情報を担持する部分についてはビット数を高くして量子化し、重要でない部分についてはビット数を低くして量子化を行うことにより、重要な部分の画質を維持しつつデータ圧縮率の向上を図ることができるとともに、原画像の鮮鋭度を維持することができる。

【0083】なお、上述した実施例においては、ウェーブレット変換を行うための関数 h 、 h' として表1に示す非対称な関数を用いたが、これに限定されるものではなく以下に示す表3、表4、表5に示すような左右対称な関数を用いてもよい。また、関数 h についても上述した関数に限定されるものではなく、高周波成分を強調できる関数であれば、いかなる関数を用いてもよい。

【0084】

【表3】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.602949	0.266864	-0.078223	-0.016864	0.026749
$2^{-1/2}h'$	0.557543	0.295686	-0.028772	-0.045686	0

※30※ 【表4】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	0.6	0.25	-0.05	0	0
$2^{-1/2}h'$	17/28	73/280	-8/56	-3/280	0

★ ★ 【表5】

n	0	± 1	± 2	± 3	± 4
$2^{-1/2}h$	45/64	19/64	-1/8	-3/64	3/128
$2^{-1/2}h'$	1/2	1/4	0	0	0

説明すると、まずこのネガフィルムをデジタルスキャナーで読み取り、この画像を表す画像データを得、この画像データについて前述したような関数 h_0 、 g 、 h によりフィルタリング処理することによりウェーブレット変換を行う。

【0090】次いで、前述した実施例と同様に高周波数帯域の部分については低いビット数、低周波数帯域の部分については高いビット数により量子化を行い、必要に応じて符号化を行うことにより画像データを圧縮する。

【0091】また、この圧縮された画像データを前述し

た実施例と同様に復号化し、さらに逆ウェーブレット変換を施すことにより、原画像データを再構成することができる。

【0092】このように、圧縮処理を行うことにより、通常の画像についても重要な部分の画質を維持しつつ、データの圧縮率を向上させることができるとともに、画像の鮮鋭度を維持することができるものである。

【0093】さらに、上述した実施例においては、原画像データをウェーブレット変換する際にのみ所定周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として用いているが、原画像データのみではなく、ウェーブレット変換により得られた最も高い周波数帯域から、所望とする周波数帯域までの係数画像データについてウェーブレット変換を施す際に、周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として用いてもよいものである。例えば上述した実施例におけるウェーブレット変換係数信号 $V V_1$ をウェーブレット変換する際に、関数 h_0 を用いるようにしてもよいものである。

【0094】また、原画像データにウェーブレット変換を施す際には、前述した関数 h 、 g のような通常関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換を施し、逆ウェーブレット変換を施す際にのみ高周波数帯域のウェーブレット変換係数信号について、所定の周波数成分を強調する周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を行うようにしてもよい。すなわち、図9に示すように、原画像データ S_{org} の主副両方向について前述した関数 h によりフィルタリング処理を行うことにより、ウェーブレット変換係数信号 $V V$ を得、以下前述した実施例と同様に関数 g 、 h によるフィルタリング処理を N 回繰り返して、ウェーブレット変換係数信号 $W W_1 \sim W W_N$ 、 $W V_1 \sim W V_N$ 、 $V W_1 \sim V W_N$ および $V V_N$ を得る。そしてこれら各ウェーブレット変換係数信号について高周波数帯域の画像データにはビット数を少なく、低周波数帯域の画像データにはビット数を多く割り当てるようにして量子化を行い、符号化を行うことによりデータの圧縮処理がなされる。

【0095】そして、圧縮されたデータを再構成する際には、図8に示す本発明の実施例と同様に、関数 g' 、 h' により逆ウェーブレット変換を行い、逆ウェーブレット変換 $V V_0'$ が得られたら、図10に示すように周波数強調特性を有する関数 h_0' により逆ウェーブレット変換を行い、逆ウェーブレット変換係数信号 $V V_{-1}'$ を得るのである。このようにして得られた逆ウェーブレット変換係数信号 $V V_{-1}'$ は、関数 h_0' により所定の周波数成分が強調されたものとなっている。したがって、逆ウェーブレット変換係数信号 $V V_{-1}'$ を可視像として再生することにより鮮鋭度の優れた再生画像を得ることができる。さらに、逆ウェーブレット変換係数信号のみ

ではなく、高周波数帯域のウェーブレット変換係数信号（例えば $V V_1$ 等）について、周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数として逆ウェーブレット変換を行うようにしてもよい。

【0096】さらに上述した実施例においては、ウェーブレット変換あるいは逆ウェーブレット変換を行う際のいずれか一方にのみ周波数強調特性を有する関数を用いるようにしているが、図3に示すように、周波数強調特性を有する関数 h により原画像データをフィルタリング処理し、ウェーブレット変換を行い、逆ウェーブレット変換を行う際には、図10に示すように周波数強調特性を有する関数 h_0' により原画像データをフィルタリング処理して逆ウェーブレット変換を行うようにしてもよい。この場合、関数 h_0 は図5(b)に示すナイキスト周波数 $0 \sim 0.5$ の範囲における強調度ができるだけ1に近くフラットとなるように関数 h_0 を求めればよい。さらに、この場合においても、原画像データのみではなく、最も高い周波数帯域から所望とする周波数帯域までの係数信号について、関数 h_0 、 h_0' によりフィルタリング処理を施してウェーブレット変換および逆ウェーブレット変換を行うようにしてもよい。

【0097】また、上述した実施例においては、ウェーブレット変換係数信号を量子化する際に、高周波数帯域の係数信号についてはビット数を0としているが、これに限られるものではなく、低周波数帯域の係数信号を量子化する際のビット数より低いものであれば、何ビットにしてもよいものである。

【0098】

【発明の効果】原画像データあるいはウェーブレット変換により得られた係数画像データのうち、最高周波数帯域から所望とする周波数帯域の係数画像データについて、所定の周波数強調特性を有する関数を基本ウェーブレット関数としてウェーブレット変換を行うようにしたため、この関数によりウェーブレット変換を行うことにより得られる係数画像データは、関数の特性に応じた周波数成分が強調されたものとなっている。このため、ウェーブレット変換により得られる高周波数帯域の係数信号のビット数を低周波数の係数信号のビット数より小さくして画像データ圧縮処理を行っても、圧縮処理がなされた画像データを再構成した際に得られる画像は、鮮鋭度が維持されることとなる。したがって、本発明による画像データ圧縮処理方法は、画像の鮮鋭度を維持しつつ、高圧縮率で画像データの圧縮を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による画像データ圧縮処理方法の基本的概念を表す図

【図2】本発明に用いられる画像データの読み取り方式を表す図

【図3】ウェーブレット変換の詳細を表す図

【図4】関数 h を表すグラフ

【図5】関数 h_0 を表すグラフ

【図6】ウェーブレット変換係数信号を表す図

【図7】逆ウェーブレット変換の詳細を表す図

【図8】ウェーブレット変換係数信号 VV_0, \dots を逆ウェーブレット変換する状態を表す図

【図9】ウェーブレット変換の詳細を表す図

【図10】ウェーブレット変換係数信号 VV_0, \dots を逆ウェーブレット変換する状態を表す図

【図11】ウェーブレット変換に用いられる基本ウェーブレット関数

* プレット関数を表す図

【図12】ウェーブレット変換を説明するための図

【図13】フーリエ変換を説明するための図

【符号の説明】

10 蓄積性蛍光体シート

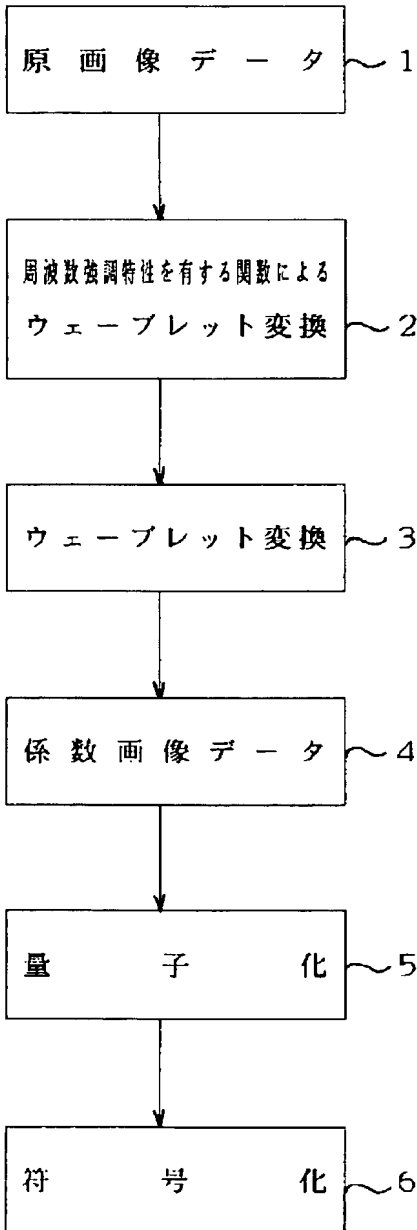
h_0, h_0', h, h', g, g'

ウェーブレット変換を行うための関数

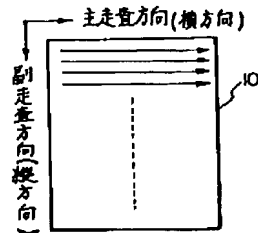
$VV_i, VW_i, WV_i, WW_i, (i=1 \sim n)$

ウェーブレット変換係数信号

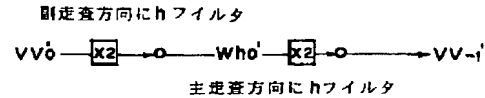
【図1】



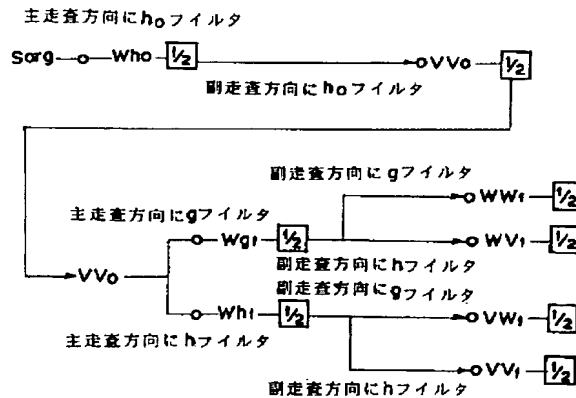
【図2】



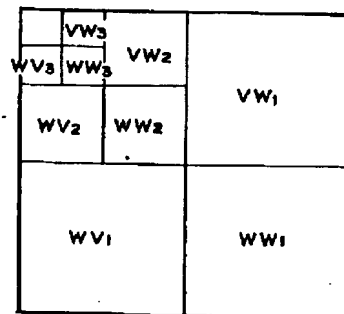
【図8】



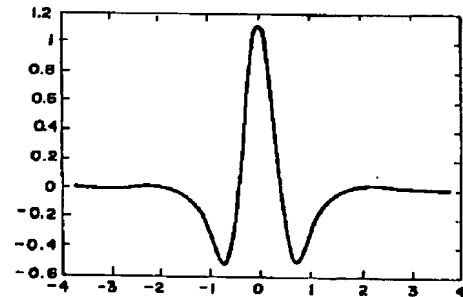
【図3】



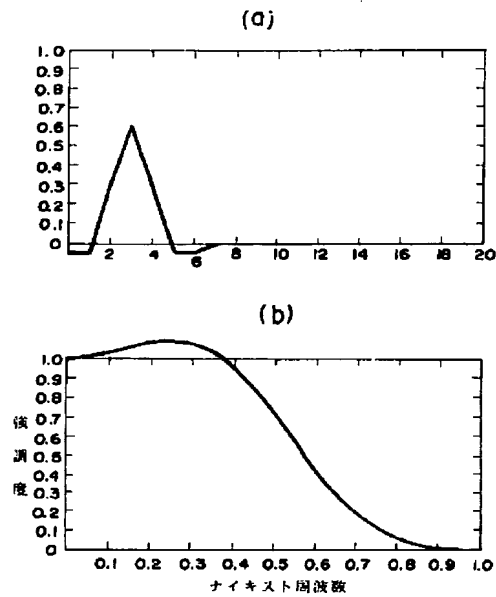
【図6】



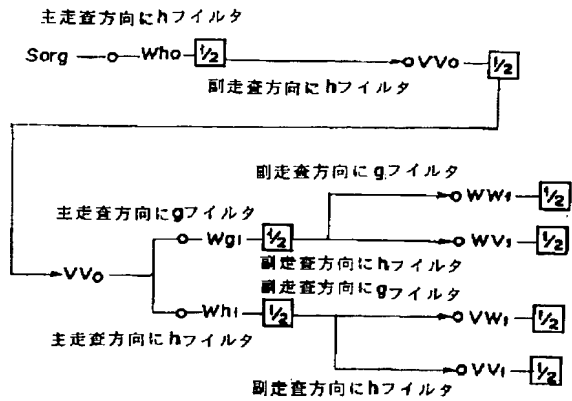
【図11】



【図5】



【図9】

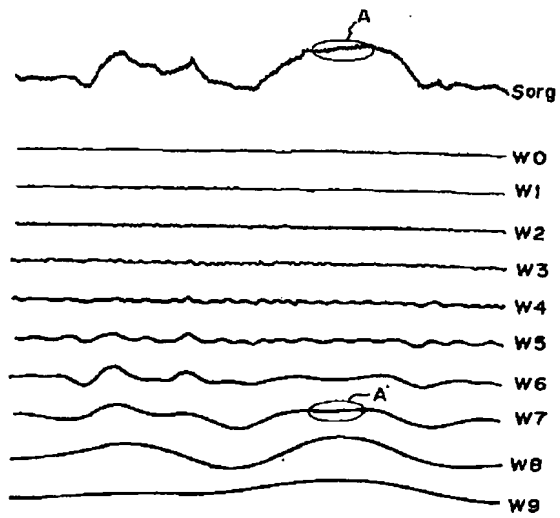


副走査方向に $h\phi$ フィルタ

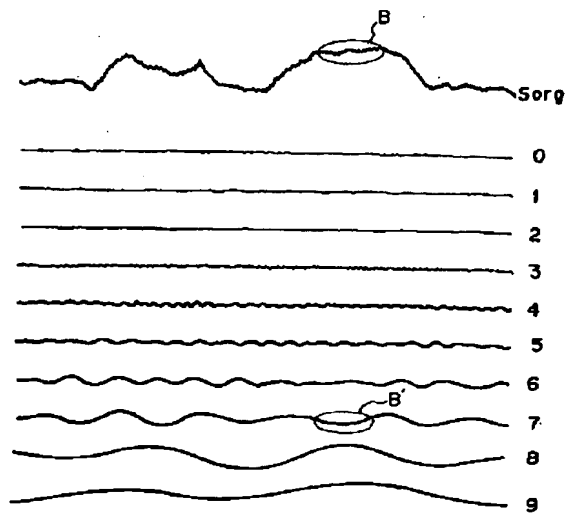
$VVo' - \boxed{x_2} - \bigcirc - Who' - \boxed{x_2} - \bigcirc - VV - i'$

主走査方向に $h\phi$ フィルタ

【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 4 N 1/41

// G 0 6 T 5/20

識別記号

片内整理番号

B

F I

技術表示箇所

9191-5L

G 0 6 F 15/68

4 0 5